

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 849 232 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.1998 Patentblatt 1998/26

(51) Int. Cl.⁶: **C03B 37/029, C03B 37/027**

(21) Anmeldenummer: **96402772.6**

(22) Anmeldetag: **17.12.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder:
**ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE
D'ELECTRICITE
75008 Paris (FR)**

(72) Erfinder:
• **Lysson, Hans-Jürgen
41352 Korschenbroich (DE)**

• **Dieumegard, Anne
59263 Houplin Ancoisne (FR)**
• **Mairesse, Arnaud
59000 Lille (FR)**

(74) Vertreter:
**Mende, Eberhard, Dipl.-Ing.
Alcatel Alsthom,
Intellectual Property Department,
Kabelkamp 20
30179 Hannover (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Ziehen einer optischen Faser aus einer Vorform**

(57) Zum Ziehen einer optischen Faser (10) aus dem einen Ende einer mindestens in diesem Bereich (20) über die Glaserweichungstemperatur erwärmten Glasvorform (9) wird die Vorform (9) während des Ziehvorganges und Nachführens in einem Ofenraum (16) von einem Gas (21) umströmt. Die sich an das ziehseitige Ende anschließenden Bereiche der Vorform (9) durchlaufen während des Nachführens Gaszonen mit in Ziehrichtung ansteigendem Heliumgehalt des Ofengases.

EP 0 849 232 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser aus dem Ende einer mindestens in diesem Bereich über die Glaserweichungstemperatur erwärmten Glasvorform, wobei die Vorform während des Ziehvorganges und Nachführens in einem Ofenraum von einem Gas umströmt wird.

Bei einem der Verfahren der gattungsgemäßen Art (EP-A1-0 653 383) beispielsweise wird die Vorform von einem Gas umströmt, dessen Strömungsrichtung der Faserziehrichtung entspricht und bei dem die Strömung des die Vorform umgebenden Gases im Ziehbereich durch ein zusätzliches Spülgas stabilisiert wird. Damit werden Gasturbulenzen im Ofeninnenraum ausgeschaltet bzw. deren Einfluß auf ein für die Qualität der aus der Vorform gezogenen optischen Fasern unerhebliches Maß beschränkt.

Zur Verbesserung der Faserqualität und insbesondere zur Vermeidung von Durchmesserschwankungen hat man auch bereits zumindest während eines Teiles des Ziehvorganges ein Helium enthaltendes Gas in einer Abwärtsströmung durch den Ziehofen geleitet (DE-OS 29 06 071). Das geschieht hierbei in der Weise, daß zuerst ein heliumfreies Gas in Ziehrichtung durch den Ofen geleitet wird, bis die Länge des Rohlings nur noch etwa 10 cm beträgt und anschließend ein heliumhaltiges Gas. Wenn auch wegen der gegenüber anderen Schutzgasen höheren Wärmeleitfähigkeit sowie geringeren Wärmekapazität von Helium Gasturbulenzen im Ofenraum reduziert werden können, bedeutet die bekannte Maßnahme jedoch einen erheblichen steuerstechnischen Aufwand und Unsicherheiten in der Faserqualität beim Gaswechsel. Das gilt vor allem aufgrund immer weiter gehender Forderungen nach höheren Fertigungsgeschwindigkeiten und strengeren Spezifikationen für die Faserdurchmesser. Bisherige Forderungen nach Faserdurchmessern von 125 µm und einer zulässigen Schwankungsbreite von ± 2 µm stehen Schwankungsbreiten von nur noch $\pm 1,0$ µm basierend auf online-Messungen mit hoher Frequenz zur Diskussion.

Hinzukommt, daß mehr Wirtschaftlichkeit der Ziehverfahren bei verbesserter Faserqualität gefordert wird, Forderungen, die sich mit dem letztgenannten Verfahren nicht erreichen lassen. So ist im einführungsseitigen Bereich des Ziehofens stets mit erhöhten Leckagen zu rechnen, ein hoher Verlust an Helium ist die Folge dann, wenn, wie wegen der Vermeidung von Durchmesserschwankungen gefordert, hoch heliumhaltiges Gas von oben nach unten zum Ziehbereich hin das Ofeninnere durchströmen soll.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt daher der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu finden, trotz höherer Ziehgeschwindigkeiten die Faserqualität zu verbessern sowie die engen Toleranzen im Zusammenhang mit den Faserabmessungen zu gewährleisten. Darüberhinaus soll sichergestellt

sein, daß die Leckagen an Helium auf ein kostenmäßig erträgliches Maß gesenkt werden.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, daß die sich an das ziehseitige Ende anschließenden Bereiche der Vorform während des Nachführens Gaszonen mit in Ziehrichtung ansteigendem Heliumgehalt des Ofengases durchlaufen. Im Gegensatz zum bekannten Verfahren mit in Abhängigkeit von den äußeren Abmessungen ständig veränderter Heliumdurchfluß sieht die Erfindung eine über den gesamten Ziehprozeß gleichbleibende Grundeinstellung der Heliumkonzentration vor. Das führt zu einer Qualitätssteigerung der gezogenen Ader sowie zu einer wesentlichen Turbulenzberuhigung der im Ofeninnenraum geführten Schutzgase über die gesamte Länge.

Die nach der Erfindung gewählte Grundeinstellung hat noch besondere Vorteile dann, wenn der Heliumgehalt des in den Ofenraum einströmenden Gases in den Zuführungsbereichen in Ziehrichtung von weniger als 30 % auf mehr als 60 % ansteigt. Bei beispielsweise 15 % Heliumanteil, Rest Argon wirkt das Argon als Puffergas im oberen Ofenbereich bei vernachlässigbarer He-Leckage, während im Ziehwinkelbereich beispielsweise ein Anteil von 70 % Helium, bezogen auf das Ofengasvolumen, ohne He-Leckagen zur Qualitätsverbesserung der Faser und zu konstanten Faserabmessungen führt.

Die prozentuale Differenz des Heliumgehaltes im Ofengas im oberen und unteren Ofenraum läßt sich unter Reduzierung der He-Leckagen weiter steigern, wenn nach einem weiteren Erfindungsgedanken der Heliumgehalt des in den Ofenraum einströmenden Gases in den Zuführungsbereichen von weniger als 15 % auf mehr als 85 % ansteigt. Der Heliumgehalt am gesamten, die Vorform während des Ziehprozesses umgebenden Ofengas beträgt vorzugsweise weniger als 30 %.

Das für die Zwecke der Erfindung verwendete Ofen- oder Spülgas kann in Verbindung mit bekannten anderen Schutzgasen, wie Argon, Stickstoff o.ä. verwendet werden. Wesentlich zur Vermeidung von kostenaufwendigen Leckagen ist, daß am einführungsseitigen Ende des Ofens dem zugeführten Spülgas nur geringe Anteile Helium zugesetzt sind, der überragende Anteil Schutzgas also die Funktion eines Puffergases zur Vermeidung von He-Leckagen in diesem Bereich übernimmt. Insofern kann es mitunter von Vorteil sein, im oberen Ofenbereich überhaupt auf die Zufuhr von He-Anteilen zu verzichten.

Eine besonders vorteilhafte Variante der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß in das einführungsseitige Ende des Ofenraumes zwischen 2 und 5 l/min Argon sowie 0,3 bis 1,3 l/min Helium und am ausgangsseitigen 0 bis 0,2 l/min Argon sowie zwischen 0,25 und 0,7 l/min Helium eingebracht werden. Mit dieser Grundeinstellung der Durchflüsse sind die gestellten Forderungen, niedriger Heliumverbrauch, gute Faserqualität und konstante Faserabmessungen unter

Berücksichtigung auch der geforderten Schwankungsbreite von $\pm 1,0 \mu\text{m}$ zu erreichen.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird man vorteilhaft eine Ofenkonstruktion wählen, bei der die Erwärmung der Glasvorform in einem senkrecht angeordneten Ziehofen erfolgt. Die die Vorform mit Abstand umgebende Ofenwandung ist aufgeheizt und der die Vorform und im unteren Ofenbereich die Faser umgebende Ofenbereich ist mit einem Schutzgas gefüllt, das über gesonderte Gaszuführungen in den Ofenraum geblasen wird. Dabei ist erfindungsgemäß eine erste Gaszufuhr am einführungsseitigen Ende des Ofenraumes und eine zweite am ausgangsseitigen Ende im Ziehzwiebelbereich vorgesehen. Diese konstruktive Ausführungsform unterscheidet sich so wesentlich von der bekannten, bei der das Helium in wechselnder Zusammensetzung mit einem anderen Schutzgas ausschließlich von oben her in den Ofenraum eingeführt und von dort in Ziehrichtung zum Ziehzwiebelbereich der Vorform umgelenkt wird.

Zweckmäßig ist es in diesem Zusammenhang auch, die Gaszuführungen in dem Ofenraum benachbarten Verteilkammern enden zu lassen. Diese Maßnahme erlaubt eine erhebliche Vergleichmäßigung der Gasströmungen in diesem Ofenbereich. Diese Mischkammern können darüberhinaus vorteilhaft gleichzeitig als Mischkammern für die Gaskomponenten eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil im Zusammenhang mit der Verbesserung der Fertigungsparameter im die Vorform umschließenden Ofeninnenraum.

Von den Mischkammern ausgehend erfolgt die Gaszufuhr für den Ofenraum an seinem ausgangsseitigen Ende durch dort vorgesehene Gaszutritte, z. B. Ringdüsen, die vorteilhaft entgegen der Ziehrichtung geneigt sein können.

Die Erfindung sei anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Faserziehofens näher erläutert.

Der hier als Beispiel herangezogene Ziehofen 1 besteht aus dem zylinderförmigen Suszeptor 2, einer nach außen anschließenden, ebenfalls zylinderförmigen Isolierung 3 sowie einem Quarzrohr 4. Der Suszeptor 2 sowie die Isolierung 3 bestehen im dargestellten Ausführungsbeispiel aus Graphit, der als Heizrohr wirkende Suszeptor 2 kann aber auch z. B. aus einem mit Yttrium stabilisierten Zirkonoxid bestehen. Dabei ist das Heizrohr (Suszeptor 2) als kurzgeschlossene Wicklung für die Induktionsspule 5 anzusehen. Nach außen abgeschlossen ist der Ziehofen durch eine konzentrische Außenwand 6 sowie den flanschartigen Boden 7 mit der ausgangsseitigen Öffnung 8 für den Durchtritt der aus der Vorform 9 gezogenen Faser 10.

Der zugehörige Ofendeckel ist mit 11 bezeichnet, eine vorzugsweise aus einem elastischen Material, etwa Silikongummi, bestehende Abdichtung 12 kann zur zusätzlichen Reduzierung von Gasleckagen in diesem Bereich verwendet werden.

Im Ofendeckel 11 ist die Gaszuführung 13 vorgesehen, eine umlaufende Verteilkammer 14 mit Auslaßdü-

sen 15 sorgt für einen vom Umfang her gleichmäßigen Gaszutritt in den durch die Oberfläche der Vorform 9 und den umgebenden Suszeptor 2 gebildeten Ringraum 16. Dabei bildet der andere Bereich dieses Ringraumes mit dem einströmenden Ofengas ohne oder mit nur geringem Anteil Helium eine zum einführungsseitigen Ende des Ziehofens 1 hin gerichtete Gas-Pufferzone, die den Austritt von für die Qualität der Faser 10 wesentlichem Heliumgas verhindert.

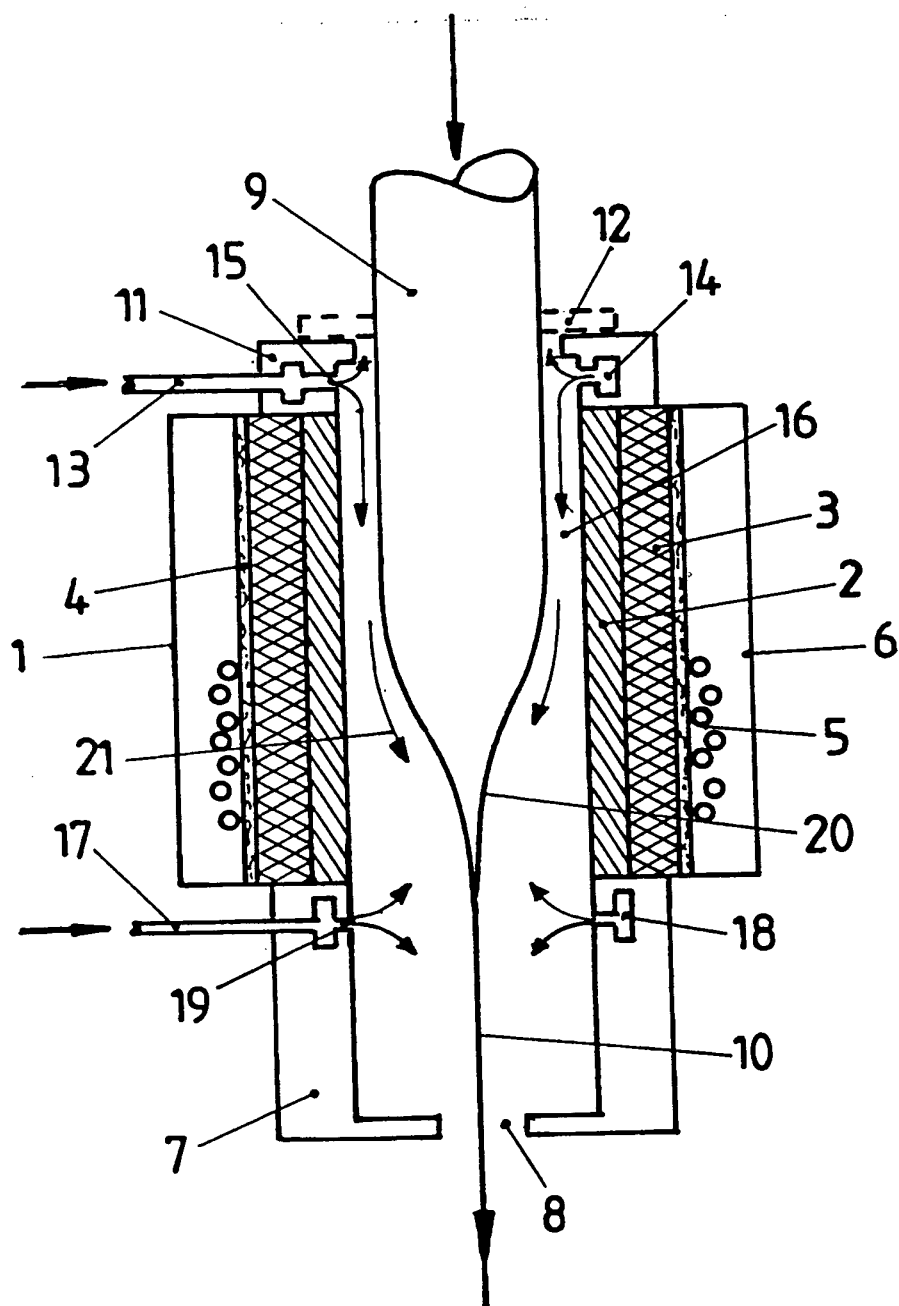
Die für den eigentlichen Faserziehvorgang wesentliche Heliumzufuhr erfolgt über die Gaszuführung 17, das hier eingeführte Gas sorgt für die geforderte Faserqualität und Konstanz der äußeren Faserabmessungen. Eine Verteilkammer 18, in Umfangsrichtung verlaufend und entsprechende Gasaustritte (Gasdüsen) 19 sorgen für eine gleichmäßige Gaszufuhr in dem Bereich der Ziehzwiebel 20 der Vorform 9. Je nach Lage des Ziehzwiebelbereiches kann es sich als vorteilhaft erweisen, die Gasaustritte 19 entgegen der Faserziehrichtung zu schwenken, also z. B. schräg nach obenweisend anzuordnen.

Die in der Figur eingezeichneten Pfeile 21 verdeutlichen lediglich den grundsätzlichen Strömungsverlauf des Ofengases. Entscheidend dabei ist, daß über die Gaszuführung 13 ein Gasgemisch z. B. aus Helium/Argon im Verhältnis 15 %/85 % und gleichzeitig über die Gaszuführung 17 z. B. ein Gasgemisch aus Helium/Argon im Verhältnis 95 %/5 % eingebracht wird. Aufgrund der schematisch dargestellten Strömungsverhältnisse im Ofenraum sowie des überwiegend aus Argon bestehenden, über die Gaszuführung 13 eingebrachten Gases, wird sich hier in die Vorform 9 sowie die Faser 10 umschließenden Ringraum 16 ein von oben nach unten zunehmender Heliumgehalt einstellen, der z. B. im Ziehzwiebelbereich 20 bei 25 % bis 30 % vom Ofengas liegt.

Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf die dargestellte Ofenbauform beschränkt. Beliebige andere Ausführungsformen sind möglich, sofern sie eine Grundeinstellung für das Ofengas während des Faserziehprozesses zulassen, die unterschiedliche Heliumgehalte im Bereich Vorform 9/optische Faser 10 gewährleistet. Das Heliumgas trägt wegen seiner geringen Wärmekapazität wesentlich zur Vermeidung von Turbulenzen im Ofenraum bei. Mit diesem Gas wird daher der für die Entstehung der Faser 10 wesentliche Ziehzwiebelbereich 20 unmittelbar beeinflusst, während der obere Ofenraum mit einem Gas mit nur geringem oder auch keinem Heliumanteil beaufschlagt wird, so daß die bisher vorhandenen Heliumverluste beim Einführen des Heliumgases von oben her in einen Bereich des Ofens, für den speziell das Helium seine positive Wirkung auf den Ziehprozeß nicht entfalten kann, vermieden sind. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt daher einen besonders wirtschaftlichen Fertigungsprozeß.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser aus dem einen Ende einer mindestens in diesem Bereich über die Glaserweichungstemperatur erwärmten Glasvorform, wobei die Vorform während des Ziehvorganges und Nachführens in einem Ofenraum von einem Gas umströmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die sich an das ziehseitige Ende anschließenden Bereiche der Vorform während des Nachführens Gaszonen mit in Ziehrichtung ansteigendem Heliumgehalt des Ofengases durchlaufen. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Heliumgehalt des in den Ofenraum einströmenden Gases in den Zuführungsbereichen in Ziehrichtung von weniger als 30 % auf mehr als 60 % ansteigt. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Helium-Gehalt des in den Ofenraum einströmenden Gases in den Zuführungsbereichen in Ziehrichtung von weniger als 15 % auf mehr als 85 % ansteigt. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Heliumgehalt am gesamten, die Vorform umgebenden Ofengas weniger als 30 % beträgt. 20
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß Helium in Verbindung mit einem anderen Schutzgas, wie Argon, Stickstoff o.ä. verwendet wird. 25
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, bei dem das Ofengas aus einem Argon/Heliumgemisch besteht, dadurch gekennzeichnet, daß in das einführungsseitige Ende des Ofenraumes zwischen 2 und 5 l/min Argon sowie 0,3 bis 1,3 l/min Helium und am ausgangsseitigen Ende 0 bis 0,2 l/min Argon sowie zwischen 0,25 und 0,7 l/min Helium eingebracht werden. 30
7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, bei dem die Erwärmung der Vorform in einem senkrecht angeordneten Ziehofen erfolgt, dessen die Vorform mit Abstand umgebende Wandung aufgeheizt und der die Vorform/Faser umgebende Ofenbereich mit einem Schutzgas gefüllt ist, das über gesonderte Gaszuführungen in den Ofenraum geblasen wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Gaszufuhr am einführungsseitigen Ende des Ofenraumes und eine zweite am ausgangsseitigen Ende im Zieh- 35
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszuführungen in dem Ofenraum benachbarten Verteilkammern enden. 40
9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilkammern gleichzeitig Mischkammern für die Gaskomponenten sind. 45
10. Anordnung nach Anspruch 7 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die am ausgangsseitigen Ende vorgesehenen Gaszutritte entgegen der Ziehrichtung geneigt sind. 50





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 40 2772

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X,D Y A Y X Y A A,D A A A	<p>EP 0 653 383 A (KABEL RHEYDT AG) * Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 23; Abbildungen 1,2 *</p> <p>--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 371 (C-1224), 13.Juli 1994 & JP 06 100328 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.), 12.April 1994, * Zusammenfassung *</p> <p>--- EP 0 321 182 A (AT&T CO.) * Spalte 6, Zeile 28 - Zeile 40; Abbildungen 1,2 *</p> <p>--- US 4 154 592 A (A.C.BAILEY) * Ansprüche 1-9; Abbildung 4 *</p> <p>--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 21 (C-263), 29.Januar 1985 & JP 59 169951 A (NT&T CORP.), 26.September 1984, * Zusammenfassung *</p> <p>--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 36 (C-328), 13.Februar 1986 & JP 60 186426 A (NT&T CORP.), 21.September 1985, * Zusammenfassung *</p> <p>--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 61 (C-1160), 2.Februar 1994 & JP 05 279070 A (FUJIKURA LTD.), 26.Oktober 1993, * Zusammenfassung *</p> <p>-----</p>	<p>7,10 8,9 1 8,9 7 8,9 1 1 1,5 1,5 1</p>	<p>C03B37/029 C03B37/027</p> <p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)</p> <p>C03B</p>
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22.April 1997	Prüfer Stroud, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : schriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>			

EPO FORM 1503 01.82 (P04 C03)